

## ***la factoría de Barros (La Felguera) de la sociedad ibérica del nitrógeno***

C. FERNANDEZ CASADO, ingeniero de caminos

832 - 17



### **Disposición general**

La Sociedad Ibérica del Nitrógeno inició sus instalaciones de La Felguera en el año 1923, utilizando un terreno delimitado por la línea del ferrocarril, la factoría de Duro Felguera y las explotaciones mineras inmediatas. Al agotar las posibilidades de este solar, por sucesivas ampliaciones, decidió trasladarse a una zona despejada, fuera de la aglomeración urbana e industrial, donde poder desarrollar sin trabas una nueva factoría más importante que la primitiva.

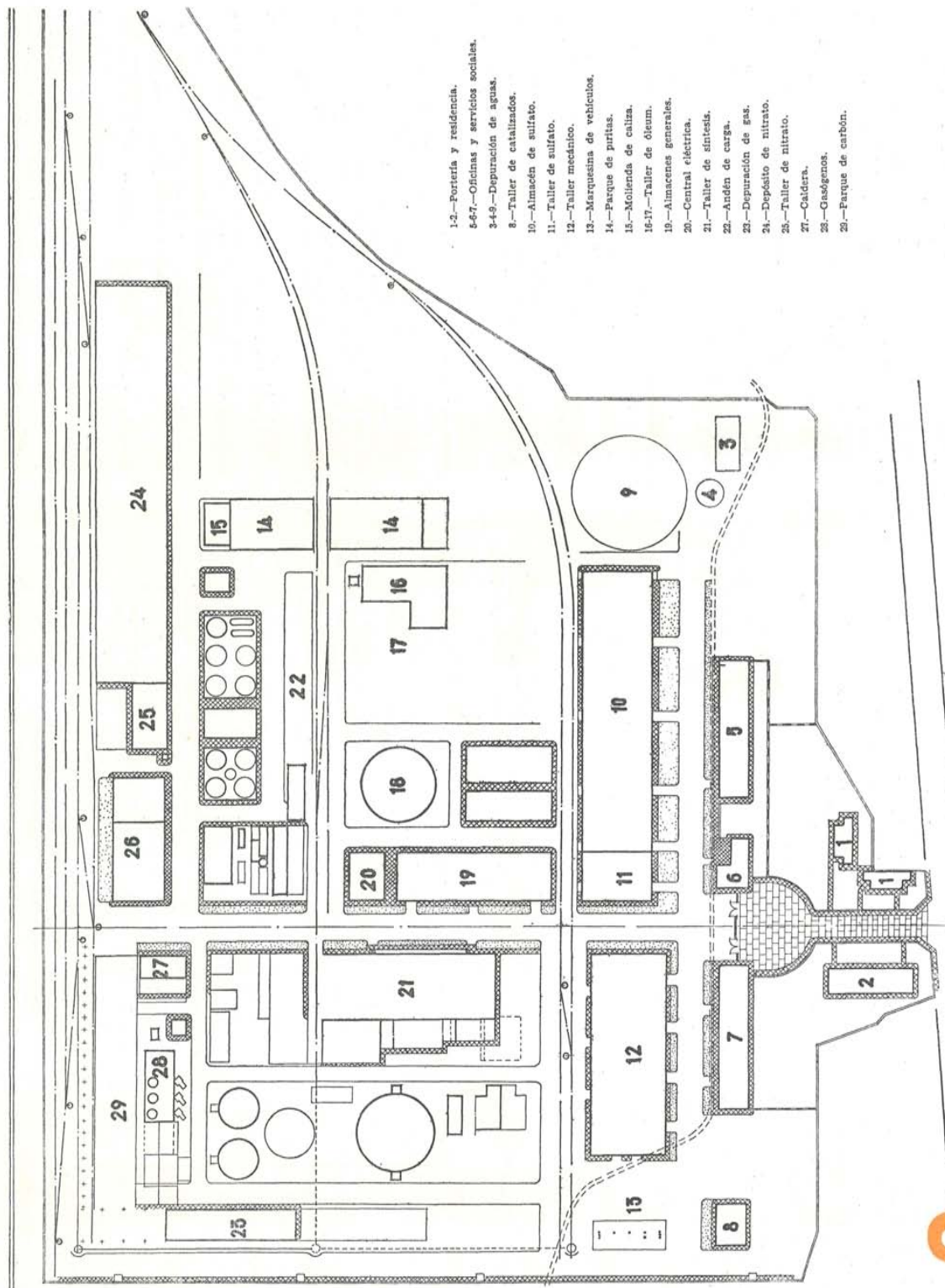
En esta nueva factoría de Barros, el terreno queda delimitado únicamente en dos de sus lados opuestos por las líneas casi paralelas del ferrocarril y de la carretera, que le proporcionan unas condiciones óptimas para entrada de materias primas y salida de productos.

En el plano de la figura 2, aparece la planta de sus distintas edificaciones, indicando las construídas ya y las que se amplían en la actualidad. Como puede verse, la distribución se ha realizado con perfecta regularidad, completándose con una urbanización amplia y lujosa, gracias a las zonas verdes que las condiciones climatológicas permiten mantener sin gran esfuerzo.

Esta distribución se planeó por los ingenieros de S. I. N., quienes definieron, además, los edificios en sus líneas esenciales, de acuerdo con las instalaciones de maquinaria, procedentes de fábricas francesas, inglesas y alemanas. A nosotros nos ha correspondido exclusivamente el proyecto de todos los edificios industriales, partiendo de los datos que acabamos de indicar, los cuales definían las dimensiones principales en plantas y alzados, así como las funciones específicas, cargas estáticas y dinámicas que habían de tenerse en cuenta.

La planta de la instalación indica ya la diversidad de las construcciones, con dimensiones y formas tan diferentes por corresponder a fines tan variados como: naves de fabricación, almacenes, talleres, parques de materias primas, soportes de depósitos de líquidos o gases, etc.





planta general

2

## planta general

Reuniendo los edificios que resultan análogos desde un punto de vista constructivo, podemos distinguir los siguientes grupos:

- 1.º Naves con luces comprendidas entre 20 y 28 m, servidas por puentes grúas longitudinales.
- 2.º Naves con luces comprendidas entre 5 y 15 m, con puentes grúas, cuando existen, de poca importancia.
- 3.º Talleres de fabricación con plantas a distintas alturas y pilares interiores que llegan hasta cubierta.
- 4.º Taller mecánico con cubierta en diente de sierra.
- 5.º Cubiertas sobre pórticos abiertos para los parques de materias primas.
- 6.º Estructuras para soportar recipientes metálicos.
- 7.º Estructuras secundarias para instalación de clarificación del agua, marquesinas para estacionamiento de vehículos y muelles del aparcadero ferroviario, etc.

Las naves importantes corresponden a los almacenes de efectos (20 m.), naves de síntesis de amoníaco (de 19 a 25 m.) y almacenes de sulfato y nitrato amoníacos (ambas de 28 m.).

En todas ellas tenemos un espacio interno, completamente despejado, en los almacenes y con plataformas de trabajo únicamente en la parte interior de la nave de síntesis. La existencia de puentes grúas importantes, que corren a lo largo de la nave, nos impuso la solución general de pórticos longitudinales en fachadas con las vigas de puente grúa, los cuales, además, soportan la cubierta. Esta razón nos hizo desear, en los almacenes de sales, la solución clásica de hangar, que habíamos estudiado en proyectos anteriores con otros sistemas de manipulación del producto. Para la cubierta adoptamos el sistema de arcos transversales en correspondencia con los pilares, enlazados por vigas y viguetillas longitudinales y forjado continuo. Los arcos son de tres articulaciones con tirante.

En el segundo grupo de naves, con menos luz y menor longitud, adoptamos también los pórticos longitudinales de fachada. La cubierta está formada por pares de vigas acodadas, formando con los pilares pórticos a dos vertientes, que se sitúan en cabeza superior cuando la luz o la disposición de la cubierta lo requiere.

Los talleres de fabricación de nitrato y sulfato amoníaco tienen una serie de plantas completamente diferentes. Perforadas por agujeros circulares rectangulares, una distribución de arcos en la cubierta, por la situación de los muelles, algunos de los cuales llegan hasta la cubierta, tuvieron que ser un forjado inclinado, o se apoyó sobre cerchas triangulares o vigas acodadas, según los casos. También resulta de gran irregularidad el edificio de Gasógenos, que tiene gran altura, superponiendo sobre éstos las solvas y la cinta de alimentación de carbón.

### Normas fundamentales de proyecto

Al enfrentarnos con el proyecto de edificios tan diversos, la primera condición que nos impulsamos, fue dar la mayor homogeneidad posible a conjunto inicialmente tan heterogéneo. Y esta homogeneidad no podía arrancar sino de las estructuras que materializan las funciones comunes a todos los edificios.

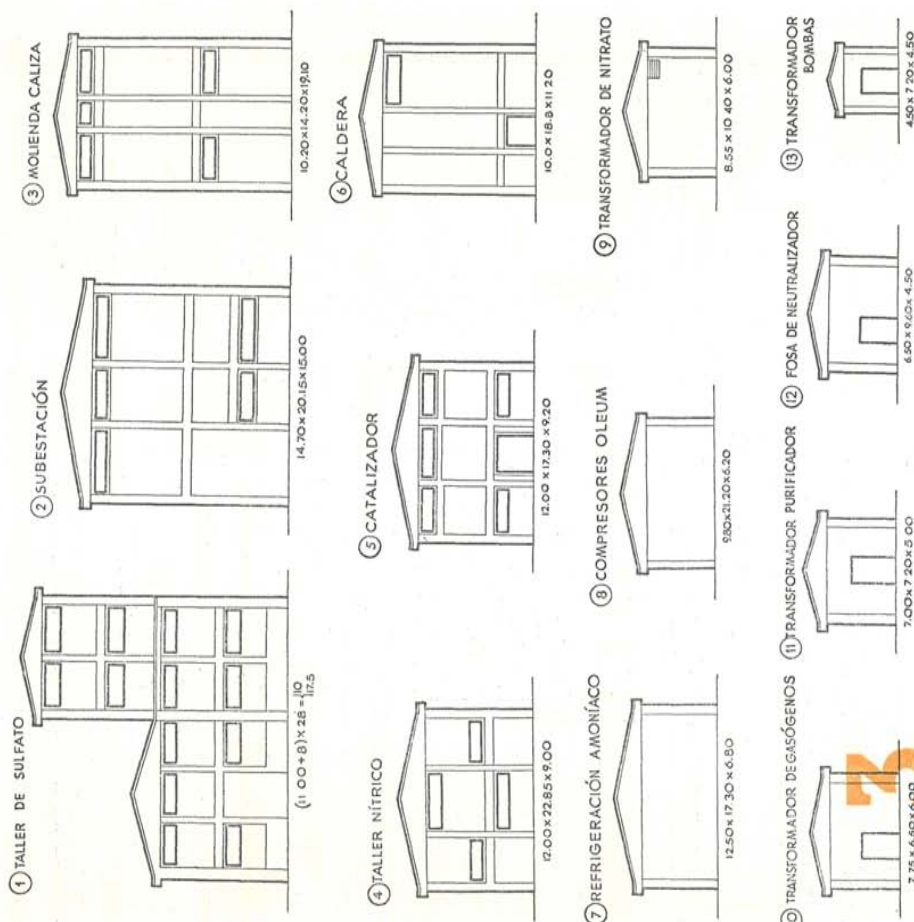
Es preciso no restringir la aplicación del concepto de estructura a la estructura resistente de un edificio, ya que, si bien es la más importante, no es la única. Existe una serie de estructuras que materializan y por eso mismo definen, o por lo menos limitan, cada una de las funciones que han de verificarse en el edificio. Por consiguiente, las estructuras tienen un carácter regulador, es decir, ordenador del funcionamiento del edificio; son ellas las que hacen posible el buen desenvolvimiento de los usuarios para cumplir las funciones impuestas por el destino del edificio, destino que se reduce a un conjunto de acciones que han de realizarse dentro de él.

Creemos que esta ordenación jerárquica de acciones, funciones y estructuras, tomadas directamente de la Antropología, debe ser la base para una interpretación de la arquitectura desde un punto de vista puramente humano. Las acciones sociales que han de realizarse en él, definen el destino de un edificio; para que éstas se lleven a cabo, hay que asegurar unas determinadas condiciones de funcionamiento que se materializan en las estructuras correspondientes.

Los volúmenes internos de las distintas naves y talleres estaban definidos desde el comienzo de nuestra actuación como ya hemos indicado. Nos quedaba por definir el volumen externo y la corporeidad del edificio.

A la función de aislamiento para poder trabajar independientemente de las condiciones atmosféricas, le corresponde la estructura de cerramiento de fachadas y cubiertas, en la que vienen implicadas las de ventilación e iluminación y la de evacuación de las aguas de lluvia.

## alzados de las naves menores



En las fachadas mandan, por lo tanto, la estructura resistente, la de iluminación y la de ventilación; y en la de cubiertas, éstas mismas y la de evacuación de aguas. Desde el principio adoptamos el criterio de iluminar únicamente a través de planos verticales, excepto en los dientes de sierra, donde los lucernarios tienen una ligera inclinación.

En las fachadas de todos los edificios se marcan netamente los entramados longitudinales con los pilares más destacados que las vigas, como corresponde a su importancia, para resistir la acción del viento. Las vigas sirven de dintel a los ventanales que llenan huecos de pilar a pilar, modulándose en altura por múltiplos de 1.10 m. En las grandes naves los pilares equidistan 4 m por razones económico-constructivas, excepto en la de amoníaco, donde, al ser doble nave, las condiciones de fabricación imponían separación de los pilares interiores, de 7.60 metros.

En las cubiertas adoptamos superficies planas a dos vertientes, excepto en los dientes de sierra del taller mecánico. En las naves pequeñas esto se realiza en dos planos, resultando pórticos a dos aguas en la estructura resistente; pero en las naves grandes disponemos dos planos en cada vertiente, que se circunscriben al trazo inicial teórico de los arcos que constituyen las formas resistentes transversales.



La ventilación se ha dispuesto en la coronación de las cubiertas, normalmente mediante linternón corrido abierto libremente o protegido con persianas cortalluvias y viseras horizontales. Donde la ventilación ha de ser más intensa—naves de síntesis y de fabricación de ácido sulfúrico—prolongamos los planos terminales de cubierta alternando de lado en cada paño, hasta dejar amplia abertura vertical entre dicho plano y el de la vertiente contraria.

Para relacionar entre sí todas las cubiertas hemos adoptado dos inclinaciones tipo: la de 1 a 4, en los planos simétricos de las dos vertientes de las naves menores, y en los planos de cubrera de las naves de mayor luz. La otra pendiente de 1 a 2 corresponde a los faldones inferiores de estas naves, y la hemos adoptado también en la cubierta de las de Oleum, donde se precisaba una ventilación enérgica para evacuación de gases.

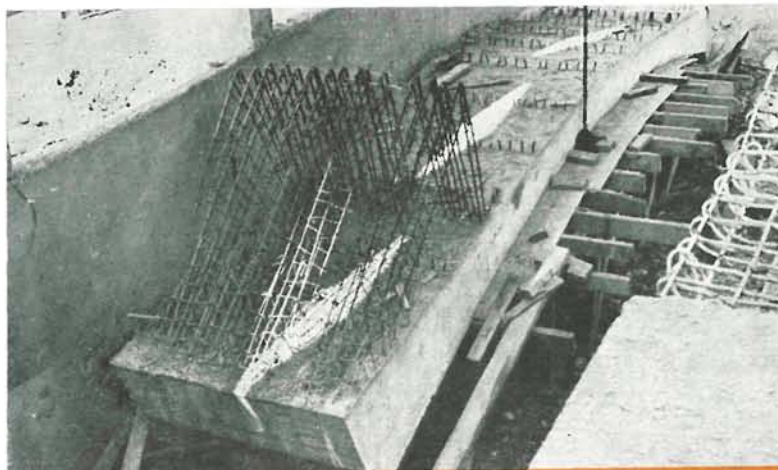
La estructura de evacuación de aguas se completa cubriendo las superficies inclinadas de hormigón, con teja plana y recogiendo aguas a los bordes de cubierta en vigas canalón, desde las que descienden al alcantarillado por bajantes de uralita que en la última zona se convierten en tubos de fundición. En el caso de la nave de síntesis donde pueden producirse explosiones por formarse atmósfera inflamable, se ha reducido al mínimo la importancia de la cubierta, suprimiéndose el forjado de continuidad y cerrando mediante uralita directamente apoyada sobre las viguetas que enlazan los arcos.

Toda la carpintería de ventanales es de hormigón armado, excepto en los lucernarios de los dientes de sierra, que es metálica con un cierto número de recuadros practicables para ventilación natural.

### Proceso constructivo

Otra de las relaciones de homogeneidad entre los edificios ha derivado del proceso constructivo, que ha sido de premoldeo en todas las cubiertas con luz superior a 15 m. Arcos o cerchas con sus vigas de arriostramiento y viguetas se construyeron en el suelo agrupadas para economizar moldes y en lugares muy próximos a los de utilización definitiva. Los arcos, como se ve en la figura 4, se construyeron en bloques verticales utilizando un encofrado inferior común con superficie siguiendo la forma del intradós. Las cerchas para los parques cubiertos de carbón y de caliza y para las naves de Oleum, se moldearon horizontalmente en grupos de dos (fig. 5).

En proyecto se daba una solución también premoldeada para la superficie de cierre de cubierta con viguetillas y placas de hormigón celular, pero se había previsto, además, reducir el premoldeo a arcos y vigas riostras ejecutando un forjado cerámico in situ. Por este motivo se adoptó la separación entre arcos de 4 metros, lo que permitió realizar el encofrado simplemente sobre tabloneros normales apoyados en otros que se adosaban a las caras laterales de los arcos antes de elevarlos (fig. 6).



4



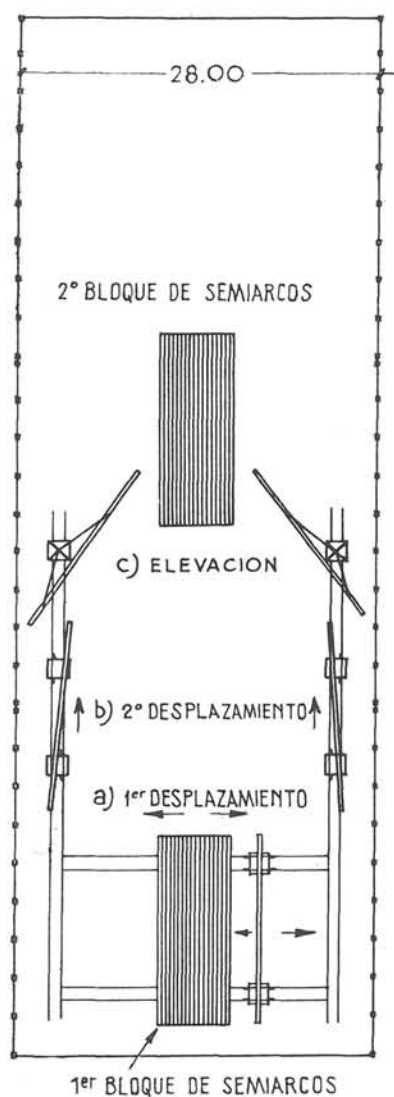
5



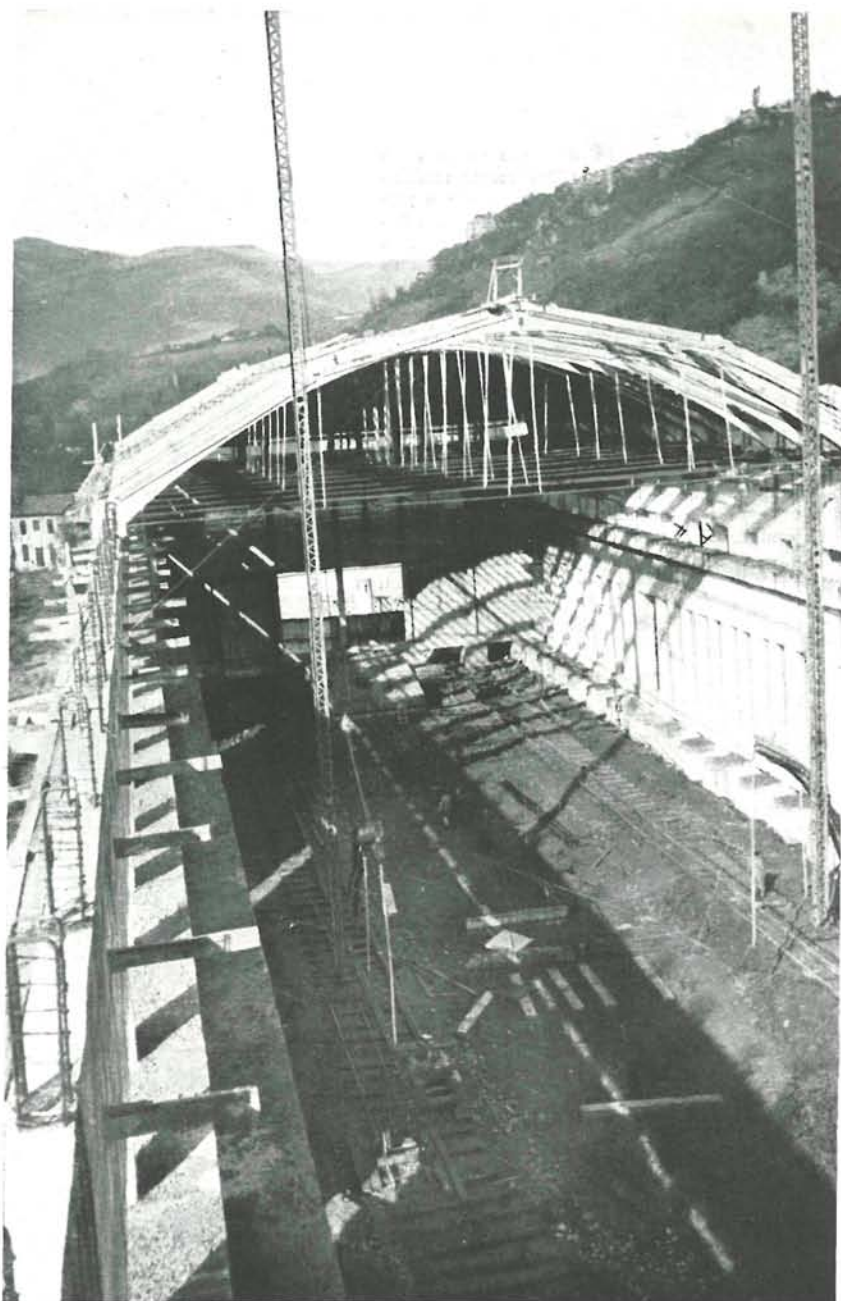
6



## proceso de elevación



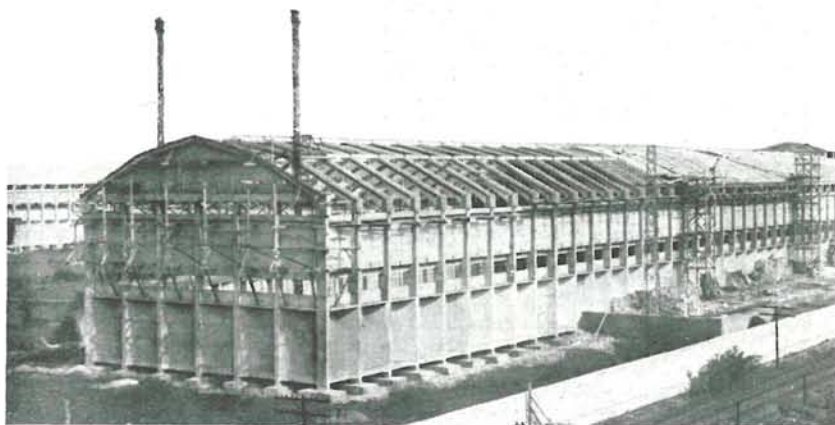
7

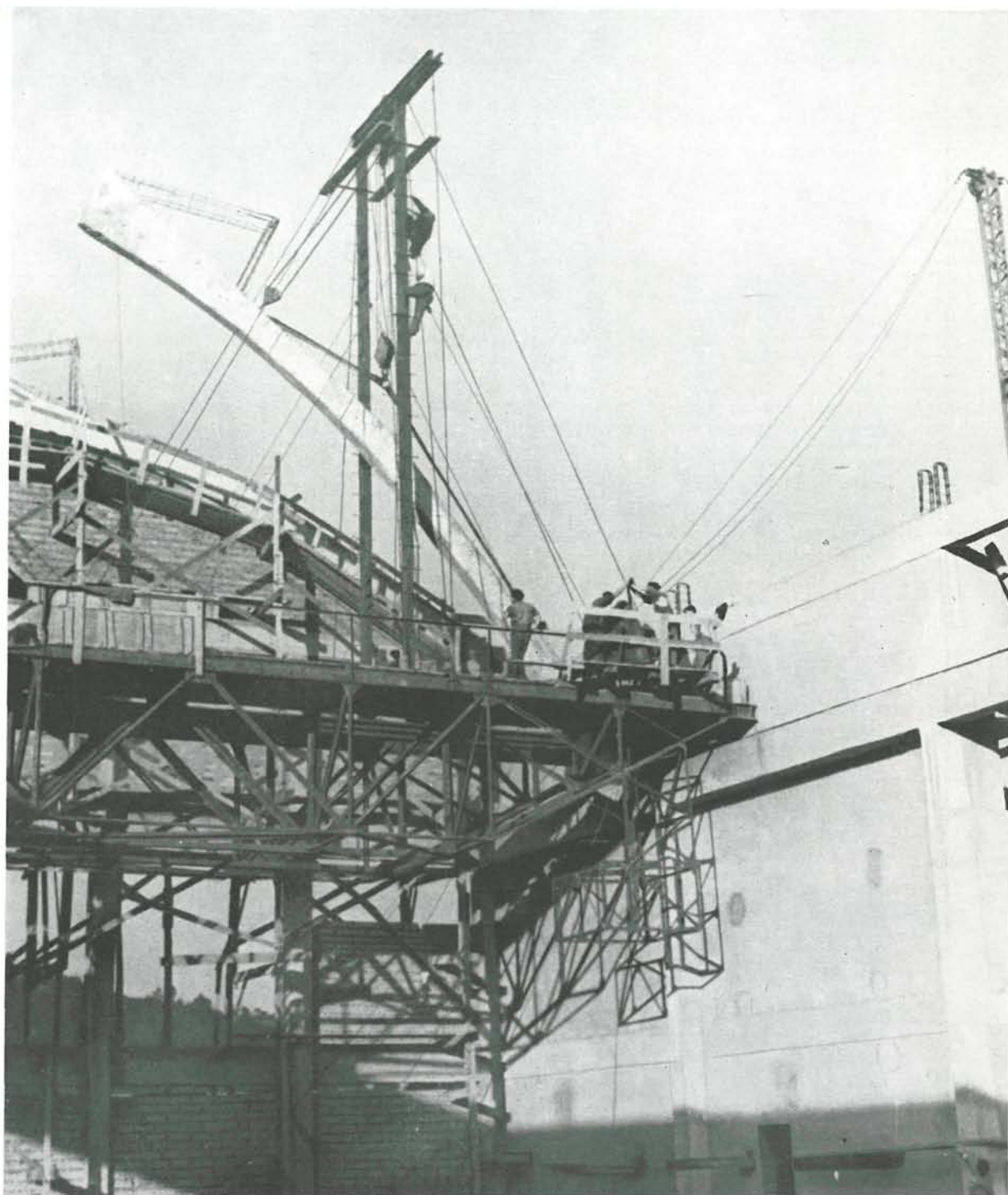


En las naves de síntesis, así como en las cubiertas de los parques de materiales, se empleó el premoldeo total, pues el cubrimiento se ha realizado apoyando la uralita directamente sobre vigas riostras y viguetas.

La elevación de arcos y cerchas se llevó a cabo mediante plumas metálicas. En las naves grandes se utilizaron dos de 30 m de altura, una por cada semiarco (fig. 7), ya que, aprovechando la división natural correspondiente a la articulación de clave, la unidad de manejo era el medio arco con un peso máximo de 9 toneladas en los almacenes de nitrato y sulfato.

8





En la nave principal de síntesis se utilizó el puente grúa definitivo, montado inmediatamente después de construir los pórticos laterales, recogiendo los dos semiarcos en ambas extremidades y llevándolos izados hasta su posición definitiva donde se abatieron (fig. 9).

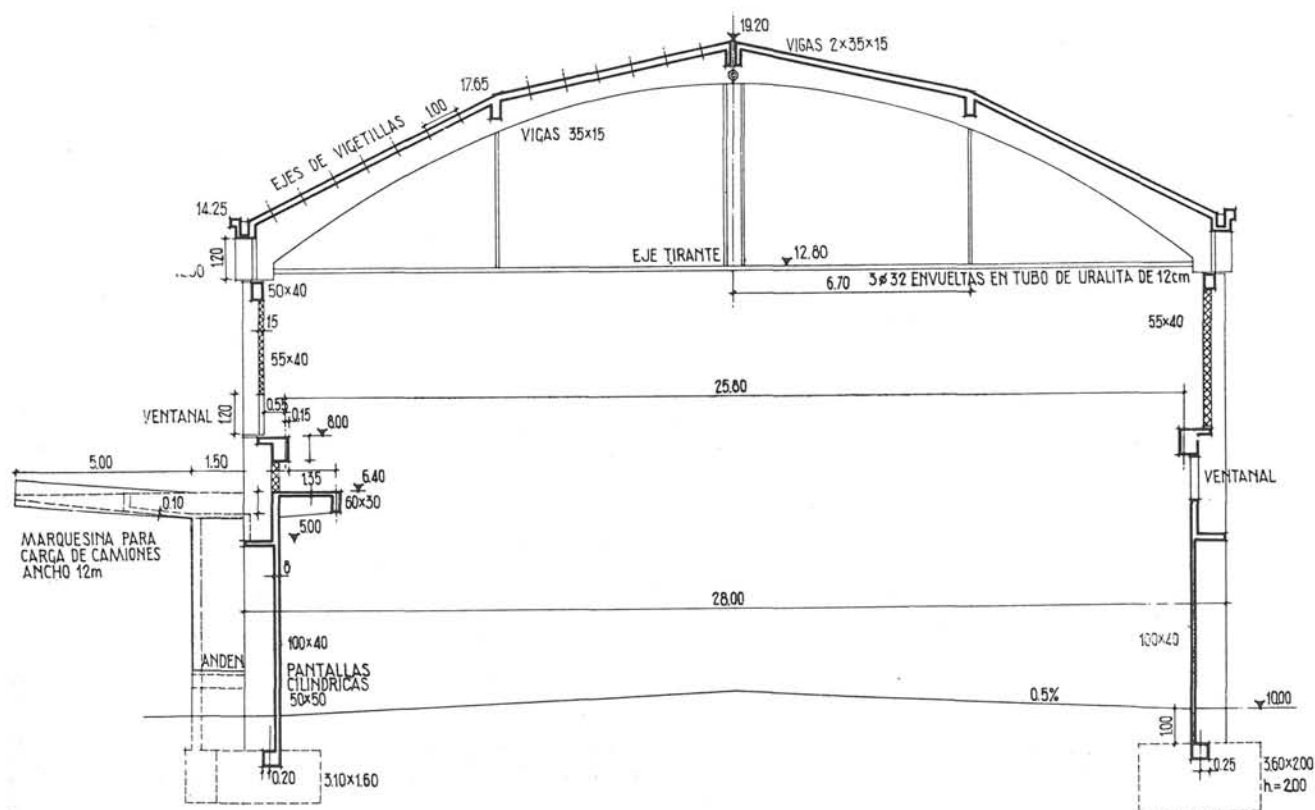
En las cerchas del taller mecánico, construidas horizontalmente en bloques correspondientes a todos los elementos de una crujía, y en la extremidad de ella, se transportaron mediante un carretón de madera rodando directamente sobre las vigas de los pórticos.



La disposición típica de la estructura transversal de una nave es de la de las figuras 11 y 12, que corresponde al depósito de sulfato amónico. La cimentación se ha realizado empotrando los pilares en bloques paralelepípedicos de hormigón en masa. Los pilares tienen sección rectangular, que arranca de  $100 \times 40$  y se reduce a  $55 \times 40$  al pasar de la viga de puente grúa. Están arriostros en pies y cabezas por sendas vigas riostras, sirviendo a este mismo fin la de puente grúa en el intermedio. Los arcos, con una anchura constante de 25 cm, tienen canto variable, siguiendo el intradós una curva parabólica y el trasdós los cuatro segmentos rectos de las vertientes, conservando un canto mínimo de 50 cm.



10



11

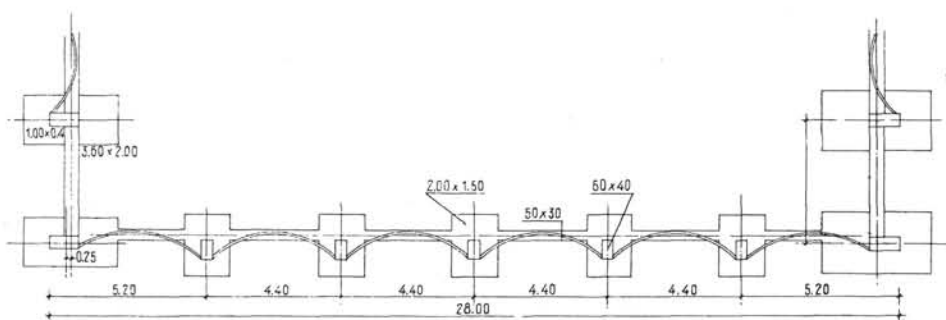
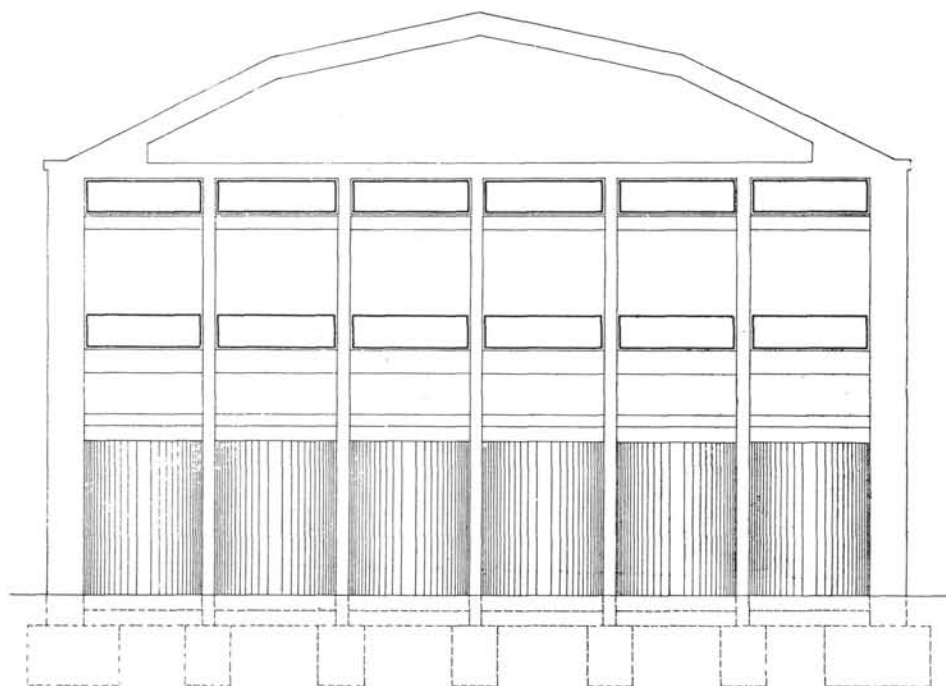
sección



## alzado y planta

Los apoyos sobre los pilares se hacen en una primera etapa sobre placa de plomo y definitivamente a través de un pasador ( $\varnothing 40$ ), que atraviesa la cabeza del arco y queda embebido en orejas laterales solidarias de la viga de coronación. Tenemos así verdadera articulación de giro, y para conseguir en una de las extremidades la articulación de desplazamiento horizontal convertimos en péndulo el trozo de pilar por encima de la viga de puente grúa, articulando en la sección inferior con hierros pasantes verticales. La articulación de clave se obtiene mediante rodillo de acero entre placas del mismo material. (En las realizaciones de naves actuales, la articulación de clave es provisional y la suprimimos después de construída toda la cubierta.)

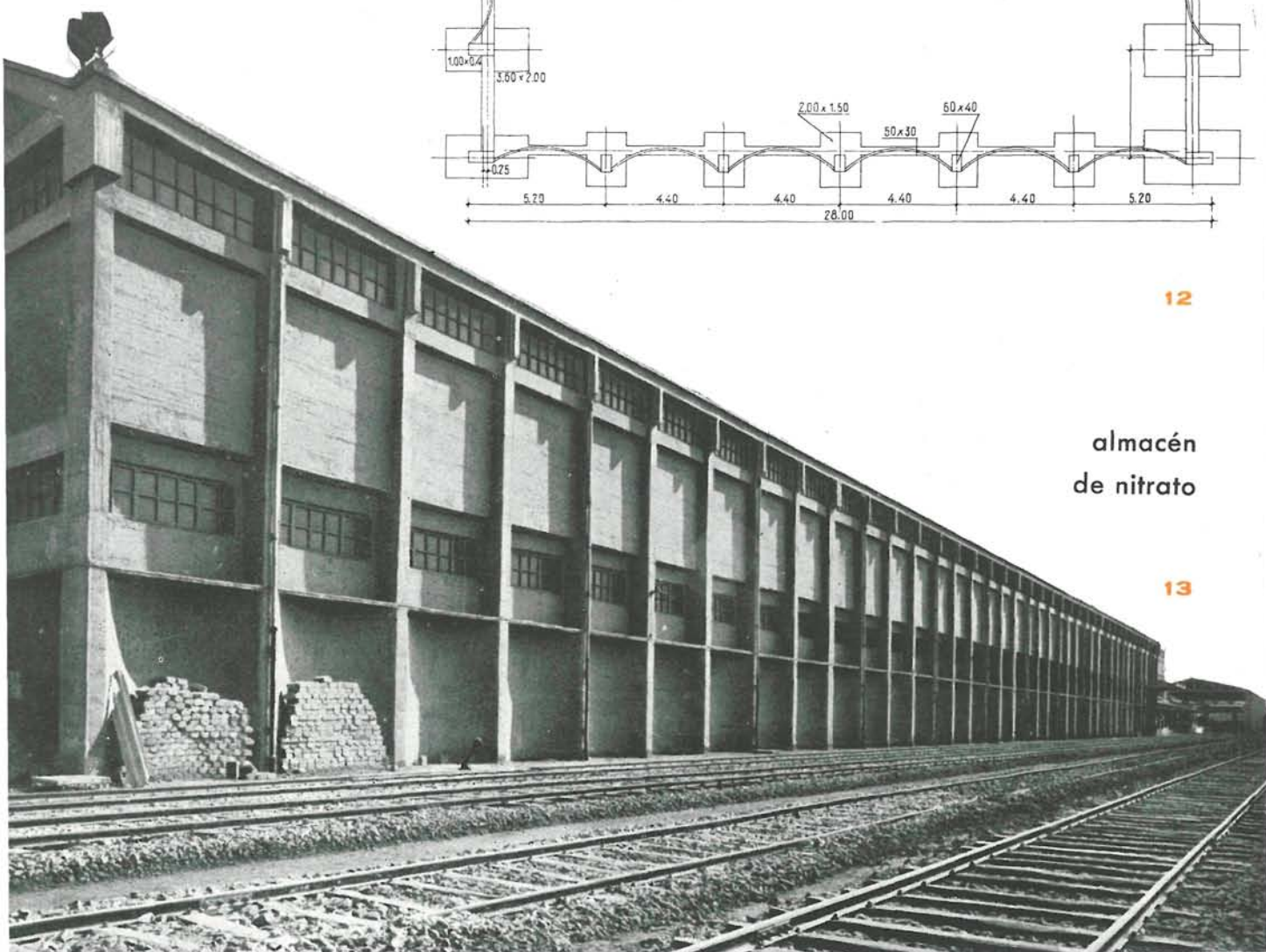
El tirante está formado por redondos de 30 ó 35 mm con extremidades ancladas en placas metálicas embebidas en el hormigón.

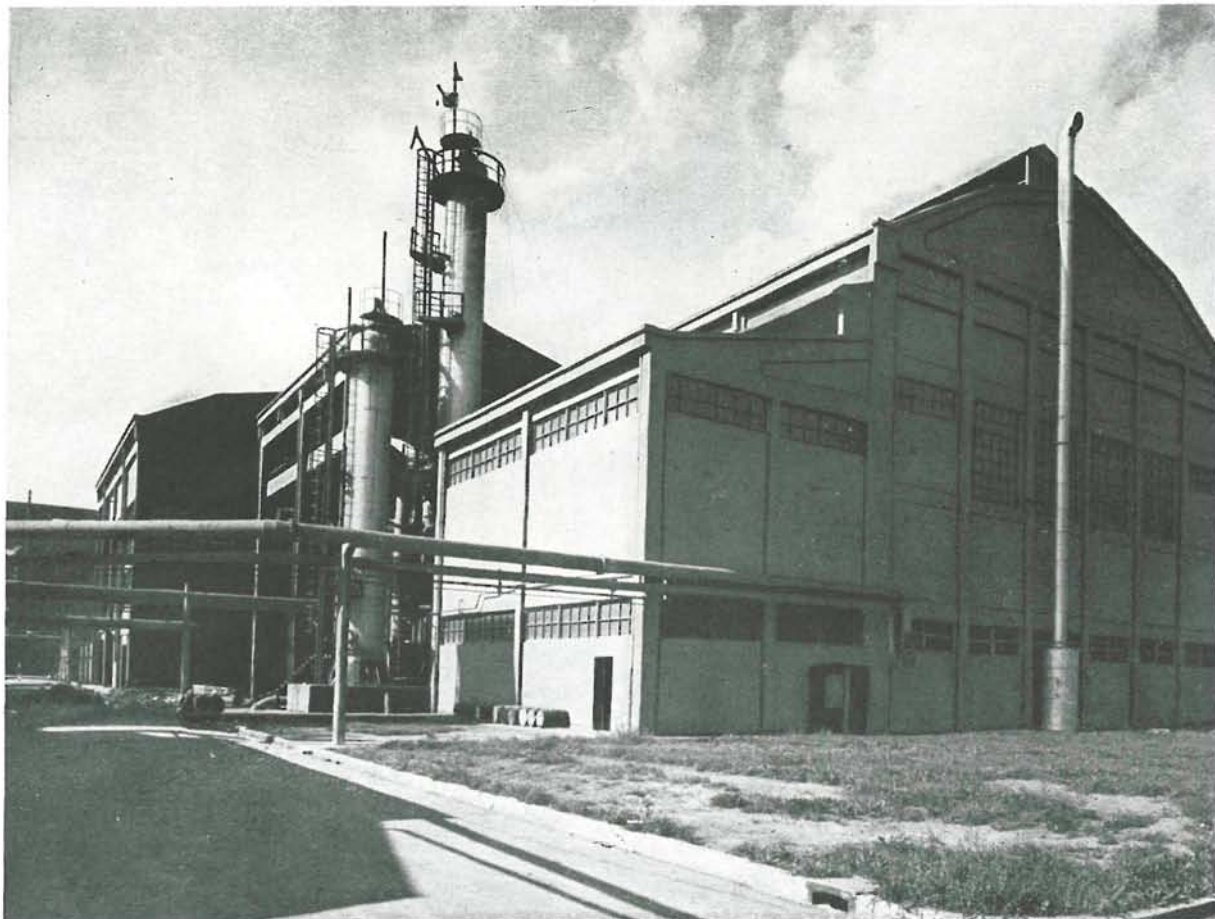


12

almacén  
de nitrato

13

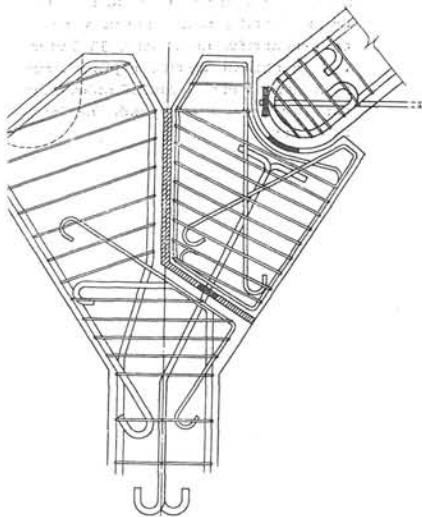






## nave de síntesis

### plataforma de maniobra

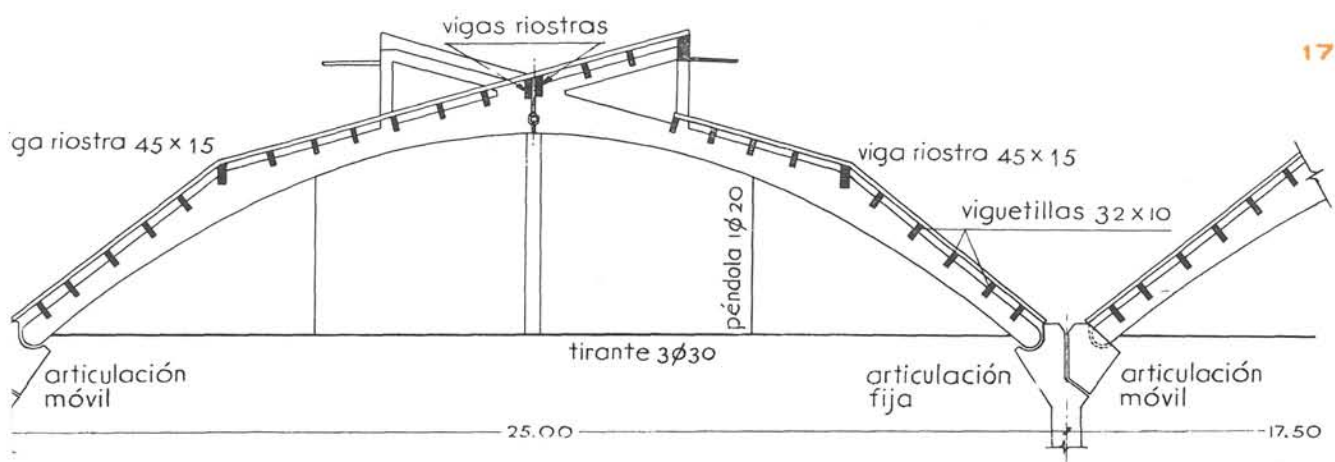


16

### detalle de nudo central

Las barras se empalmaron por soldadura, y el último empalme se hizo en obra al cerrar los semiarcos. Para proteger los tirantes y péndulas de la oxidación se embebieron todos los redondos en hormigón al final de la obra, utilizando tubos de uralita que sirvieron de encofrado y dan un agradable aspecto final.

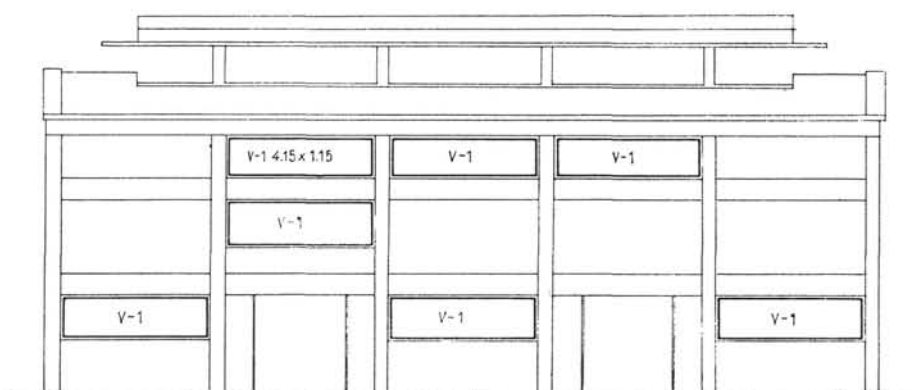
En el taller de síntesis, que tiene dos naves adosadas, hemos utilizado un sistema de sustentación de arcos mediante vigas bielas que facilitan el apoyo de los dos contiguos sobre un mismo pilar, y permiten, además, reducir la sección del tirante al trasladar a pilares una parte del empuje de los arcos (fig. 17).



17

### estructura de cubierta

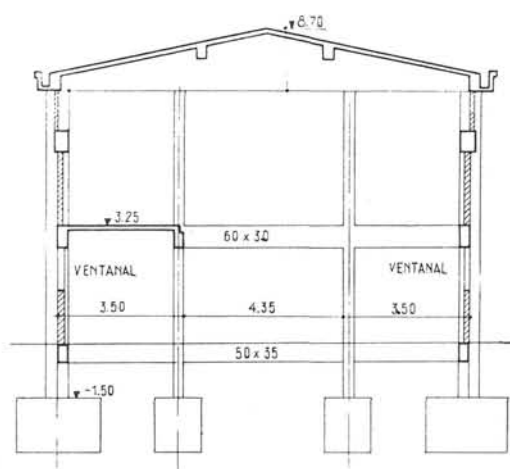
18



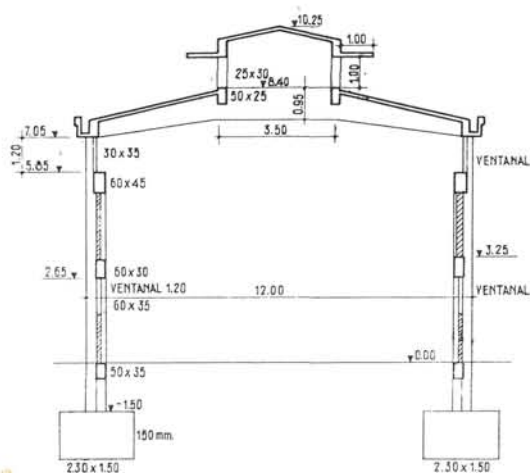
### Naves menores

En las naves menores la sección transversal típica es la de las figuras 19 y 20, que corresponde al taller de nítrico, con 12 m de luz. Los pilares de  $65 \times 35$  se retranquean a  $30 \times 35$  al rebasar las vigas de puente grúa y se enlazan en cabeza mediante viga solidaria con forma especial derivada de la función sustentadora y de la de evacuación de lluvias. El linternón se obtiene mediante pilares que sostienen vigas longitudinales, las cuales soportan el forjado de losas acodadas.

19



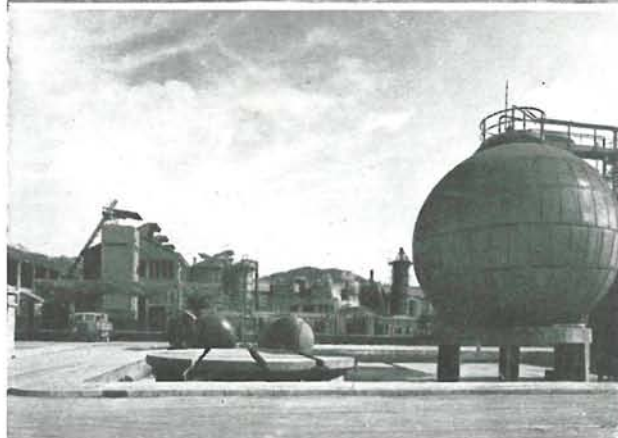
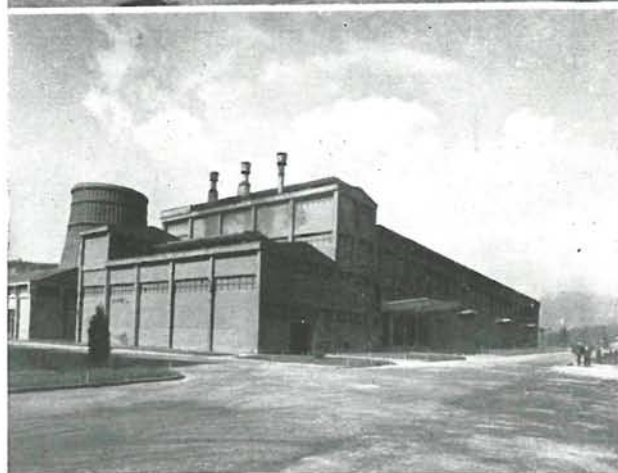
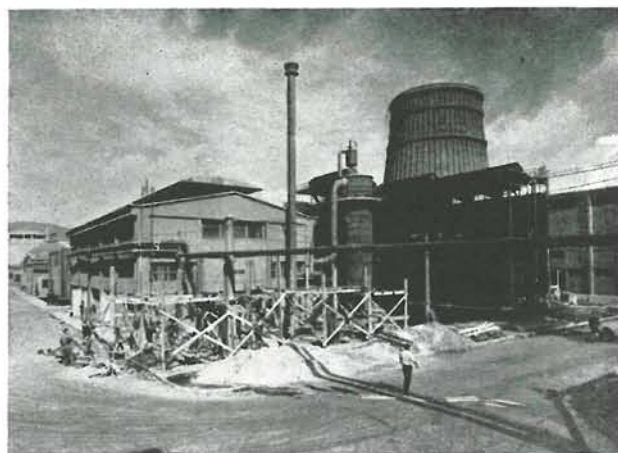
19 a



Taller de sulfato.

Taller y almacén de sulfato amónico.

Instalaciones de ácido nítrico y sulfúrico.





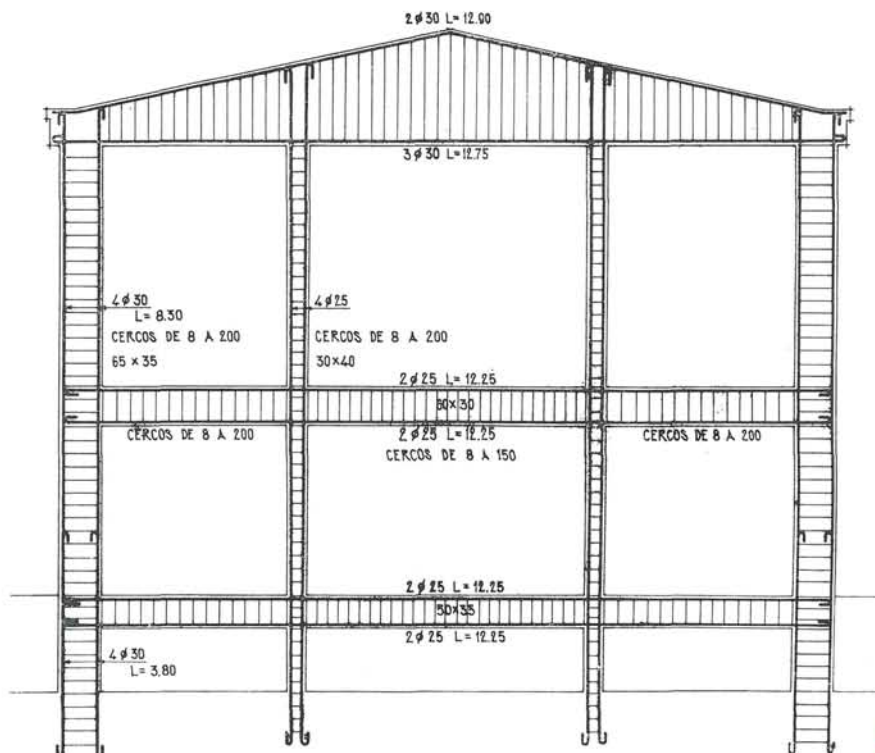
## secciones tipo

En otras naves que no tienen linternón, la cubierta está formada por simples vigas acodadas de sección constante, atirantadas para absorber el empuje del efecto arco correspondiente. Las vigas de coronación de los entramados longitudinales de las naves son vigas canalón, iguales en todas, que rebasan la superficie de fachada formando un simple remate.

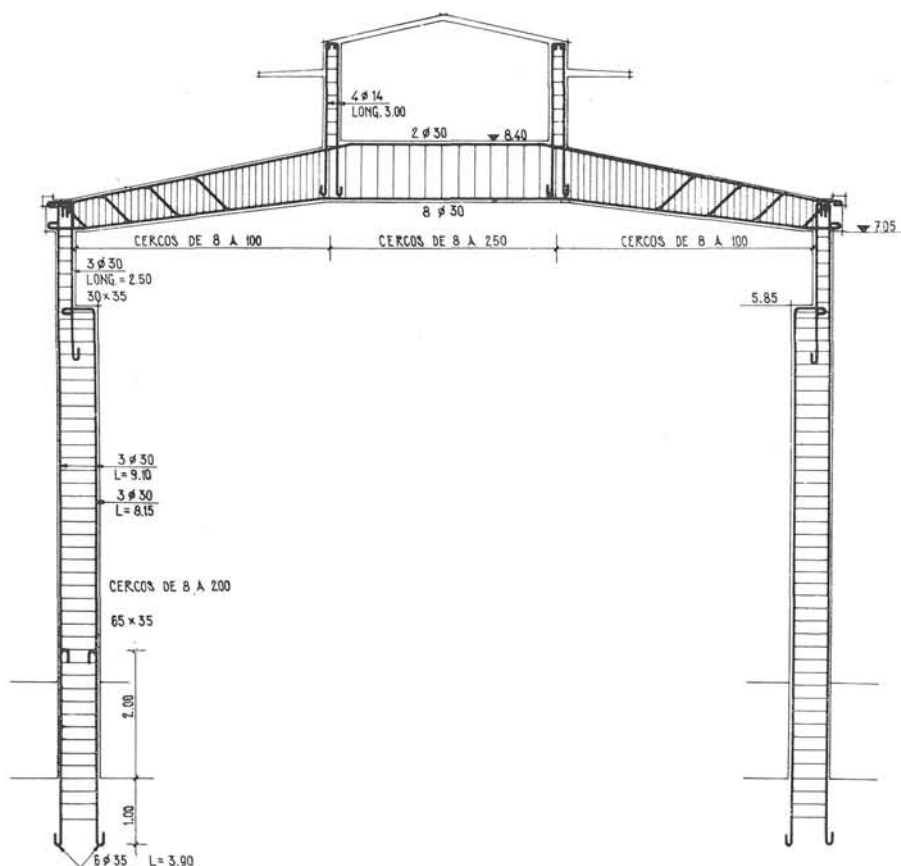
En los testeros se acusan vigas obtenidas al revolver las de los entramados longitudinales, combinadas con pilares para formar el entramado que resiste la acción del viento. En todas las naves coronamos estas fachadas con simple frontón definido por los planos de las vertientes (pendiente 1 a 4) y el inferior horizontal del canalón.

## Planos de cerchas

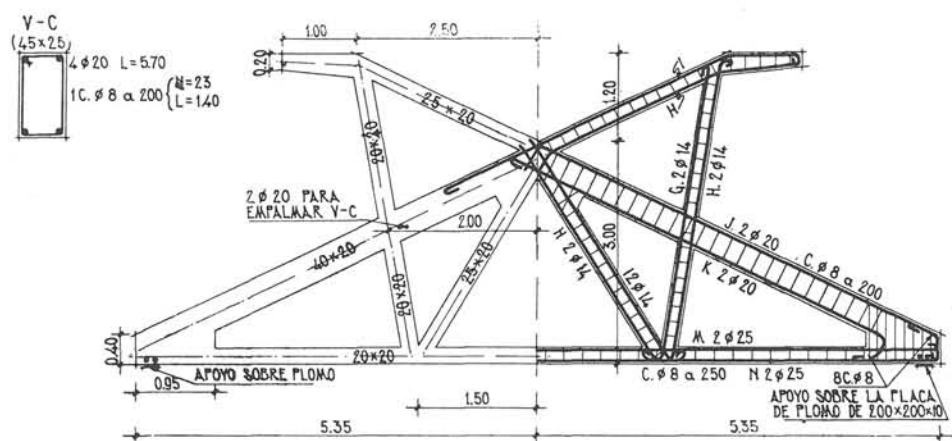
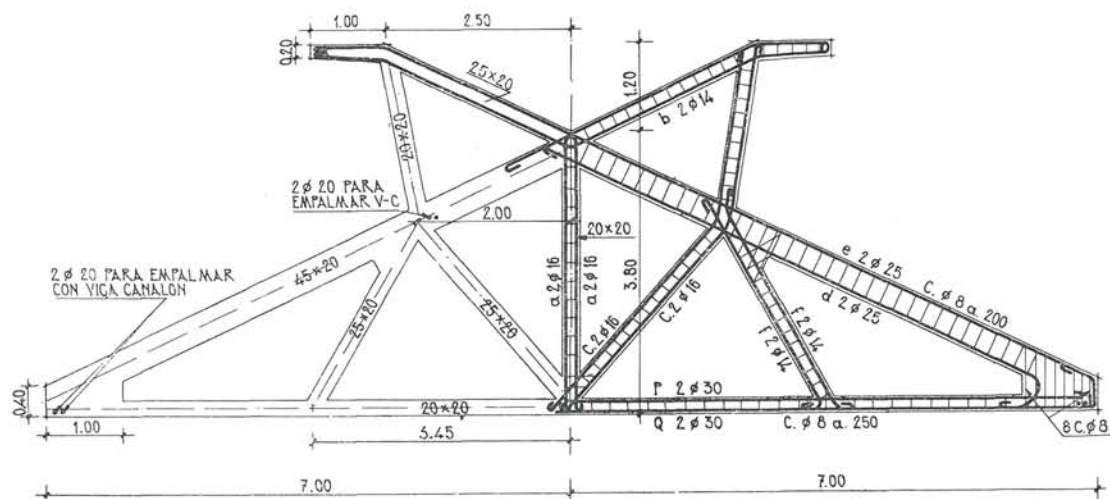
Tenemos tres naves cubiertas con cerchas (fig. 21): las de ácido sulfúrico (Oleum), especiales por su fuerte pendiente y la prolongación en cuernos para la ventilación (figura 23); las de los parques de material con pequeño declive, y las del taller de nitrato, cuya fuerte pendiente viene obligada al adosarse su testero a la zona lateral del almacén de nitrato.



20



20 a







23

## instalación de óleum

En esta nave no todos los entramados terminan en cerchas triangulares, pues en algunas el pilar intermedio sube hasta cumbrera.

También disponemos cerchas en la cubierta de dientes de sierra del taller que se organizó al modo clásico, con cerchas triangulares de 7,50 m de luz apoyadas en pórticos longitudinales, con vanos de 10 m (fig. 24). Las cerchas se premoldearon como ya hemos indicado.

## Construcciones especiales

Como estructuras especiales tenemos las marquesinas en las puertas del almacén de sulfato y los cobertizos para protección de coches y de productos elaborados en los muelles del servicio ferroviario. Son láminas cilíndricas, de directriz circular, con espesor variable de 6 cm en clave a 10 cm en arranques, reforzados por una retícula de nervios en los bordes, en las líneas de apoyo y en las aristas comunes. La luz transversal de las láminas es de 4 m y el voladizo de la marquesina de sulfato, 6 m. En el cobertizo de protección de vehículos, son dobles voladizos con tramo central de 3 m (fig. 26).

Taller mecánico.

Taller del catalizador.



24

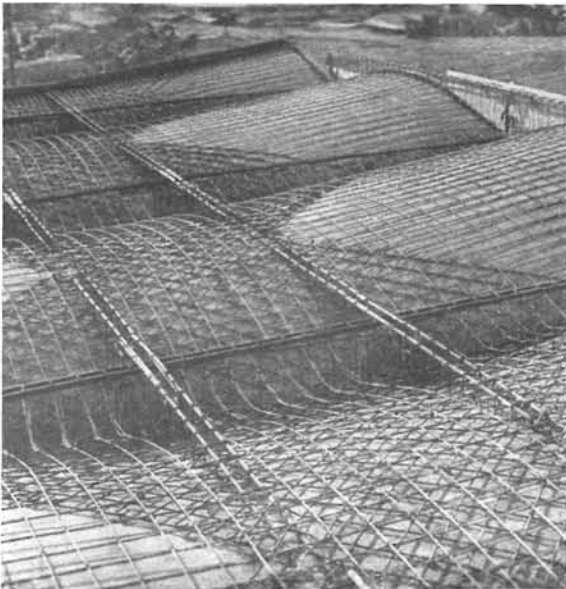


25



Cobertizo de vehículos.

26



27



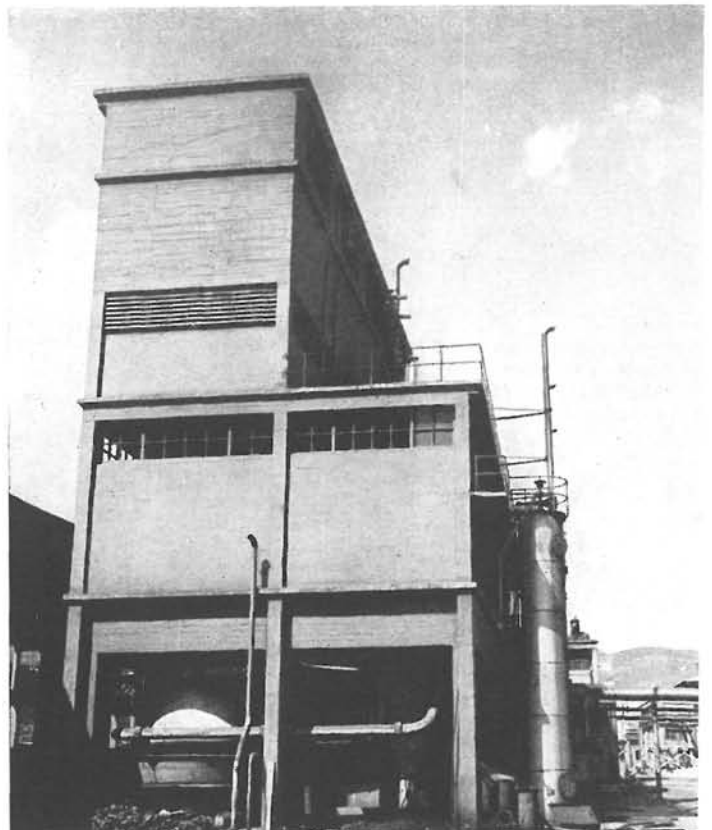
Andén de carga.  
Edificio de gasógenos.

## construcciones especiales

Las instalaciones de clarificación de agua constan de un gran estanque circular, de 22 m de diámetro, con paredes y fondo de hormigón armado y las casetas de bombas en las que se ha adoptado el tipo de edificación de naves pequeñas.

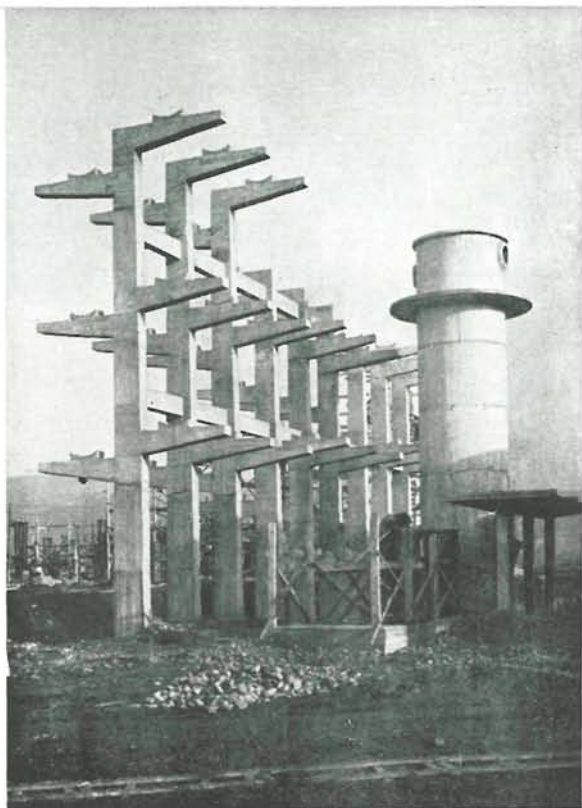
El soporte de los depósitos cilíndricos de almacenamiento de ácido nítrico da lugar a una estructura muy especial, arborescente con ramificaciones a distintas alturas, volando desde un pórtico central (figuras 28 y 29).

Las cubas y cimentaciones de los gasómetros son de hormigón armado, con losa circular y muro anular apoyados sobre terreno firme, habiéndose estudiado el programa de juntas de construcción para aminorar los efectos de la retracción de fraguado. También son de hormigón armado las cimentaciones y balsas de las torres de refrigeración.





## depósitos de ácido nítrico



28

Fotos: M. GARCÍA MOYA

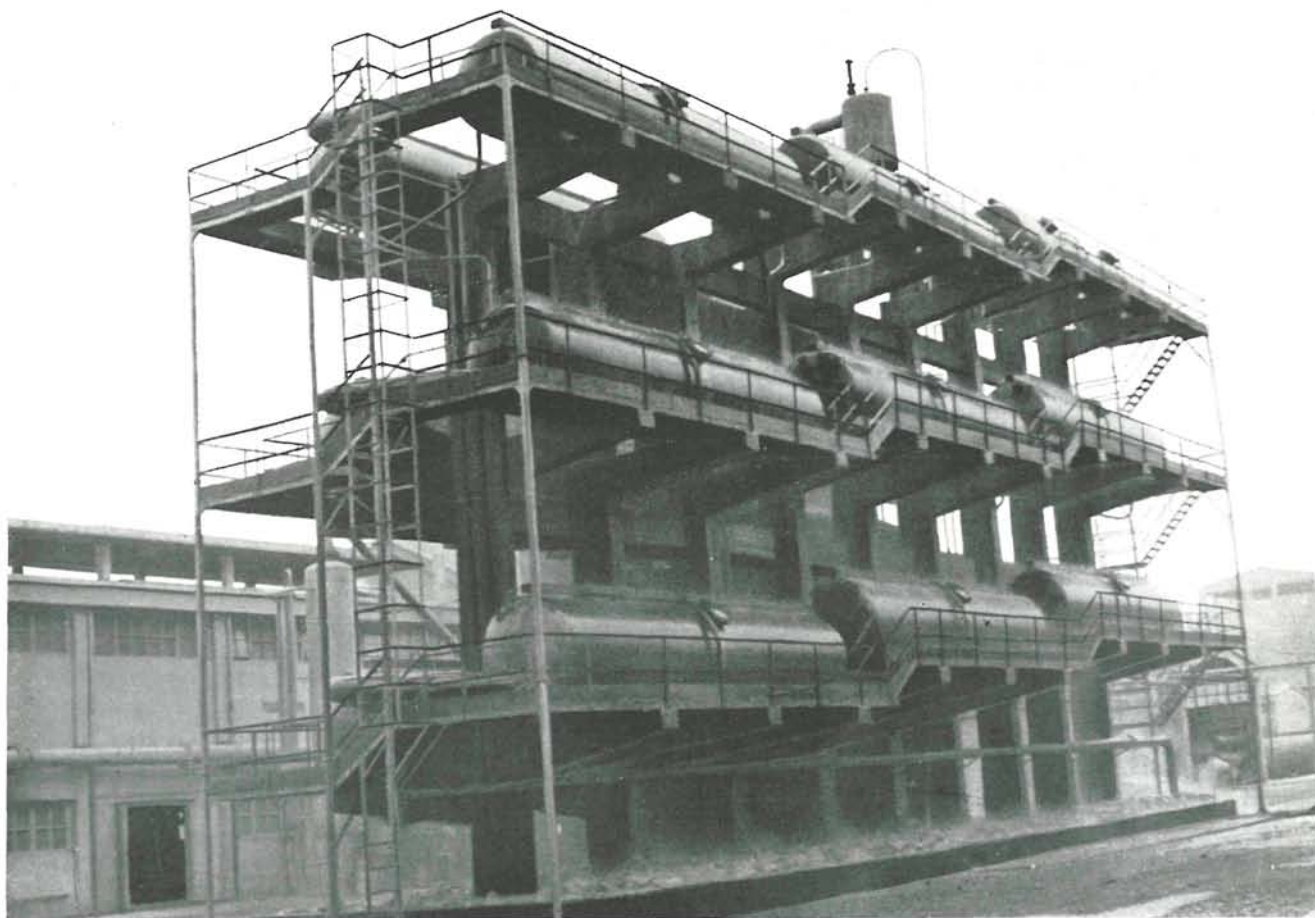
La superestructura de la torre principal de refrigeración se proyectó y realizó por una casa especializada en estas construcciones, empleando elementos premoledados que se solidarizan mediante armadura y hormigonado de elementos «in situ».

La instalación de desgasado, que se realiza mediante recipientes metálicos cilíndricos, lleva unas losas circulares de gran diámetro para apoyo de éstos y una cubierta de 9,50 m luz con vigas de borde, por las que circula un puente grúa exterior para manejo de tapas y emparrillados internos.

Las obras comenzaron en mayo de 1950 y terminaron en octubre de 1954, con un presupuesto aproximado de 45 millones de pesetas. En la actualidad se están ampliando los talleres de nítrico, nitrato, síntesis y desgasado.

Como ya hemos indicado, el planeamiento general de la factoría se llevó a cabo por los ingenieros de S. I. N., con los cuales colaboramos para la definición de los distintos edificios.

El Ingeniero Consejero Delegado es don Francisco Bustelo; el Ingeniero Director de la Sociedad, don Cecilio Ruiz Castillejo; el Director de Fábrica, don Luis Menéndez, y el Encargado de las Obras, don José Echánove.



29